計畫編號：DOH98-DC-2036

行政院衛生署疾病管制局 98 年度科技研究發展計畫

計畫名稱：流感大流行疫情模擬介面建置

研 究 報 告

執行機構：疾病管制局

計畫主持人：莊人祥、王大為、劉宇倫

研究人員：楊旭文、蔡永泰、江清輝、王柏堯、黃昭誠

執行期間：98 年 1 月 1 日 至 98 年 12 月 31 日

＊本研究報告僅供參考，不代表本署意見，如對外研究成果應事先徵求本署同意*

目錄

一、 中文摘要 2

二、 英文摘要 4

三、 前言 6

四、 材料與方法 14

五、 結果 32

六、 討論 48

七、 結論與建議 50

八、 計畫重要研究成果及具體建議 52

九、 參考文獻 54

附錄一 58

附錄二 60

中文摘要

2006 年初中央研究院資訊所與本局合作進行流感大流行數理模式之程式開發，主要以隨機代理人式離散時間模擬模式（Stochastic Agent-based Discrete-time Simulation Model）分析流感大流行發生時各種防治策略的效果，並以更有效率的演算法進行人傳人感染與防治策略模擬，在一般電腦模擬只需約 4-5 分鐘就能產生結果。惟自 2009 年 4 月起，世界各國陸續爆發 H1N1 新型流感疫情，本局亦決定利用中研院模擬程式進行防治策略模擬，因未建置使用者操作介面，不利於本局人員操作。

本研究建置模擬系統使用者操作介面，並依據本局流感防治策略如戴口罩衛教宣導、抗病毒藥劑治療及疫苗接種等政策提供模擬策略選項，讓局內相關防疫人員透過網頁介面即可方便執行模擬程式與檢視結果，作為因應流感大流行整備計畫之參考。我們採用 Common Gateway Interface (CGI) 網際網路技術與中研院模擬程式進行溝通，並自動將模擬結果轉換成統計圖與地理資訊系統方式呈現。亦以今年國內流感疫情的參數代入模擬系統，以評估未來疫情發展與防治作為（如抗病毒藥劑治療及新型流感疫苗接種）對疫情的影響。在系統評估上，經本局流感防治權責單位人員與防疫醫師協助進行測試下，皆趨向同意使用者介面之易用性(Usability)，本研究亦已採納測試者建議進行介面改善。

本研究已完成模擬系統介面建置，並符合使用者易用性之操作，且系統亦於今年國內流感疫情提供重要防疫政策參考，在本年度計畫執行結束後，未來將提供予本局防疫相關人員作為因應流感大流行模擬作戰計畫之使用。

關鍵詞：流感、大流行、使用者操作介面、電腦模擬

Abstract

Taiwan Centers for Disease Control has cooperated with the Institute of Information Science, Academia Sinica to establish a mathematical model for efficient simulation of the spatial transmission dynamics of influenza in Taiwan since 2006. The system employed the Stochastic Agent-based Discrete-time Simulation Model to analyze the effects of some prevention measures during a pandemic. It also simulates the human-to-human infections and the prevention measures more efficiently which takes only 4-5 minutes on a personal computer. Considering there have been the Pandemic influenza A (H1N1) outbreaks all over the world since April 2009, we decided to simulate the prevention measures for the pandemic by using this model. However, lack of the user interface causes many inconveniences for our staff.

In this study, we built a user interface for this simulation model for the public health workers to run this program and to inspect the results more easily. Furthermore, based on the prevention measures, we provide the options which simulate our strategies such as campaign on wearing masks, anti-viral drugs and immunization for the reference of the preparedness plan for the influenza pandemic. Common Gateway Interface (CGI) was adopted as a communication with the Academia Sinica, and the simulation outcomes were transformed into statistical graphics along with GIS format automatically. Parameters of the influenza epidemics in Taiwan during this year was also used in this simulation program, to estimate the development of the epidemics in the future as well as the impacts on the epidemics of our prevention measures such as the anti-viral drugs and the immunization against the novel influenza.

According to the evaluation of the public health officers and our staff who is responsible for the influenza epidemics, the usability was the most concerned issue. This evalaction has improved the interface of the system.

An interface of the simulation program has already been established in accordance with the usability. This program provided vital reference for the prevention measures of influenza epidemics this year. After finishing the project this year, the program will continue to serve as an important tool for the preparedness of pandemic influenza.

Keywords: Influenza,Pandemic,User Interface,Computer Simulation

二、前言

(一）背景

迄 2003 年底至 2008 年 9 月，H5N1 病毒已在 15 個國家肆虐，造成 387 人感染，其中 245 人死亡（病例死亡率 63%）。雖然，世界衛生組織仍將之判定為有限性的人傳人感染[15]，但專家提出警告，H5N1 病毒可能與人類流感病毒進行基因交換而逐漸適應於人體，一旦演進成有效性人傳人感染的病毒株，以現今四通八達的運輸網路，其傳染散播的速度將異常快速，最後導致所謂的流感大流行（Pandemic Influenza）[1]。因此，許多國家早已如火如荼地加強其流感大流行之應變準備計畫[2-7]，甚至發展流感大流行數理模式以預測其疫情規模及評估各項可能防治措施之效果[8-14]。

傳統以數理模式（Mathematical Modeling）研究傳染病流行病學及其防治，大多以微分方程式（Differential equations）建構 SEIR（Susceptible-Exposed-Infective-Recovered）確定模式（Deterministic Model）[8] 進行模擬研究，該模式亦已被擴充用於模擬傳染病的空間傳播[25-27]。然而，確定模式雖適於用來模擬有大量病人發生時的疫情，卻不適於疫情剛發生或結尾階段，這時只牽涉到少數個人且為隨機人傳人的過程為主。是以，近年來出現很多發表在 Nature、

Science、PNAS 等著名期刊，以所謂的隨機代理人式離散時間模擬模式（Stochastic Agent-based Discrete-time Simulation Model）或個體式模式（Individual-based Model）進行流感大流行之防治措施模擬，以評估於疫情初期階段比較各項防治措施之效果[9-17,28]。

在 20 世紀，共爆發三次流感大流行，分別是 1918 年的西班牙型流感、1957 年的亞洲型流感及 1968 年的香港型流感。1918 年的大流行估計造成全球四、五千萬人死亡，1957 年及 1968 年則估計分別有兩百萬、一百萬人因此致死。由於三次流感大流行所造成的死亡人數範圍甚大，將來一旦出現人傳人的 H5N1 病毒，屆時到底會有多少人死亡，實則沒有人估得準，雖說 WHO 保守估計可能造成兩百萬到七百四十萬人死亡（以 1957 年大流行的參數計算），其實決定死亡人數的相關因素有四：被感染者的人數、病毒的毒性、被感染者的人口結構與特性、防治策略的有效性[20]。

一般而言，感染症的整體防治策略其目的在於降低該致病原的基本再生數（Basic Reproduction Number, R_0）。基本再生數是指一個初發病例在易感的人群中引起的平均繼發病例的個數[12]。當 R_0 大於 1，則該疾病便能繼續在人群中傳播；一旦 R_0 小於 1，則該疾病便能被撲滅。降低致病原基本再生數的方法有三：（一）增加社

會距離措施（Social Distance Measures）：藉由停止上班、上課或管制特定場所之出入以阻絕傳染。（二）治療或隔離（Isolation）：藉以降低感染者的傳染力。（三）疫苗接種或抗病毒藥物預防性投藥：藉以降低未感染者的可感受性[15]。

2005 年美國的 Dr. Longini 及英國的 Dr. Ferguson 分別用其各自發展的隨機代理人式離散時間模擬模式，皆以泰國的人口結構參數，模擬流感大流行剛發生時，是否存在任何防治策略於疫情初期即能加以遏止[11, 14]。由於此兩篇研究的發表，促使羅氏藥廠（Roche）於 2005 年 8 月 24 日捐贈三百萬人份的 Tamiflu 給 WHO 供其緊急調度使用，以幫助東南亞較貧窮的國家能快速撲滅剛爆發的疫情[25]。鑒於此兩篇研究對流感大流行的防治策略極具參考價值，有必要加以比較其模擬模式架構與參數、防治策略的模擬評估結果，以供我國修訂因應流感大流行之防治策略參考。

兩模擬模式雖都是以泰國的人口結構、過去流感大流行的歷史資料為依據，但最後用在模式中的各項參數其實還是有些出入。整體而言，Longini 的模式是較樂觀的。表 1 為比較兩模式的 10 個主要基本參數值。

表 1　Longini 與 Ferguson 兩模擬模式基本參數設定之比較

參數	Longini	Ferguson
人口設定	泰國：50 萬人	泰國：8,584 萬人
人口密度（人/km^2）	89 （相當於東南亞鄉村）	鄉村：低於 600 都市：高於 6,000
平均潛伏期（天）	1.9	1.48
感染到具傳染力的平均時間	第 4.1 天	第 2.6 天
侵襲率	33%	33%
感染者有症狀的比例	67%	50%
基本再生數（R_0）	1.4	1.5
感染者預防性投藥後罹病率	為未服藥感染者的 40%	為未服藥感染者的 70%
感染者預防性投藥後傳染力	為未服藥感染者的 38%	為未服藥感染者的 40%
疫苗預防接種	有（但疫苗效能較差）	無
預防性投藥措施	1. TAP 2. GTAP	1. Social Targeting 2. Geographic Targeting 3. Drug-sparing Geographic Prophylaxis
增加社會距離措施	居家隔離	1. 停止上班上課 2. 地區隔離

縮寫：Targeted antiviral prophylaxis (TAP), geographically targeted antiviral prophylaxis (GTAP) 亦稱 ring prophylaxis。

Longini 的主要結論為當致病原的 R_0 小於 1.6 時施以預防性投藥措施，即足以遏止流感大流行於源頭。另外，儲存 10 萬到 100 萬人份的抗病毒藥物即足供治療與預防性用藥。如預防性投藥措施結合疫苗預防接種，則可成功遏止 R_0 高達 2.1 的大流行。如預防性投藥措施結合疫苗預防接種與居家隔離，則可成功遏止 R_0 高達 2.4 的大流行。另外，務必得在第一個案例發生的 21 天內施行上述防治措施，且在偵測到指標案例後兩天內進行預防性投藥措施，否

則將錯失遏止大流行的機會。

Ferguson 則認為當致病原的 R0 小於 1.8 時，結合預防性投藥與增加社會距離措施即足以遏止流感大流行於源頭，但要達到此一目標，得儲存 300 萬人份的抗病毒藥物才夠。即使無法遏止，亦能延緩大流行一個月或以上的時間，以待疫苗的開發與生產。另外，防治措施的效果取決於臨床案例的確診時效性（必須在前 20 名感染案例發生前開始施行防治措施）與配送抗病毒藥物給目標族群的速度。

雖然兩篇研究對於如何遏止流感大流行於源頭的難易度有著南轅北轍的看法，但如果以下條件均能做到，他們應該皆會認為遏止流感大流行於源頭是可行的[29]：

1. 感染病例能被迅速診斷。
2. 病毒傳染散播的速度不快。
3. 大量抗病毒藥物可迅速配製與運送到疫區。
4. 輔以施行嚴格隔離或其他措施。

2006 年 4 月 Dr. Longini 以類似方法與美國 Los Alamos 國家實驗室合作而發表於 PNAS 期刊[14]，主要利用 Los Alamos 國家實驗室的超級電腦去執行模擬程式，分析美國一旦流感大流行發生時各

種防治策略的效果。該研究以美國的人口並以 180 天為大流行期間的一個週期為執行一次，需耗用其超級電腦 1/8 的計算資源連續跑 8-12 小時，整個研究大概執行 200 次，如果只用一般電腦去執行此繁雜的運算工作，需花費 70 年的時間才能完成。是以進行此類流感大流行之政策模擬，最大的問題是當所要模擬的研究人口數愈多，所需的電腦運算資源就愈大。而解決的方案有二：一是使用網格運算（Grid Computing）或超級電腦；另外，則是利用演算法撰寫有效率的程式以提升運算速度。

2006 年初中央研究院資訊所研究團隊（包括王大為、徐讚昇、廖純中三位研究員及其研究助理）進行流感大流行數理模式之程式開發，初期以複製 Dr. Longini 發表於 PNAS 期刊（2006 年 4 月）之研究[18]。中研院以更有效率的演算法撰寫大流行人傳人感染與防治策略模擬的程式，如以台灣 2,300 萬的人口及 180 天為大流行期間的一個週期為執行一次，在一般的電腦上模擬，約需 4-5 分鐘；換算為美國的人口，估計比美國的系統快約 1,000 倍。

自 2009 年 4 月起，全球各地陸續爆發 H1N1 新型流感疫情，並不斷有重症及死亡案例傳出，至 6 月 11 日 WHO 已接獲 74 國通報 28,774 名確定病例，大多數病人僅有輕症，故將其界定為「溫

和」大流行，至 7 月起台灣接續有重症及死亡案例傳出[32]，在疫情爆發初期，許多國家採用圍堵政策，盼能將疾病對該國國內的影響減至最低，並每日公告最新確診數與死亡數；但隨疫情擴散，WHO 建議改採減災策略，希望各國將資源投注在重症個案監測及醫療資源的妥善應用，並敦促藥廠大量生產抗病毒藥物與新型流感疫苗[31]，而本局亦利用中研院模擬程式進行因應大流行防治策略模擬及評估。

由於中研院模擬程式並未建置使用者操作介面，必需在 Command-Line Interface(CLI)環境下輸入指令來執行模擬程式，對於本局人員進行流感大流行之防治策略模擬及評估相當不便，為此本研究將對中研院模擬程式進行使用者操作介面建置。

(二)目的

為利本局人員能直接操作，本研究目的即建置中研院模擬程式之使用者操作介面，並將其操作流程系統自動化，使本局防疫相關人員不需具備資訊背景能力，就能透過 Web Interface 平台方便執行模擬程式與檢視結果，取代以往需熟記複雜指令。此外，為了能提供本局因應流感大流行整備計畫之參考，我們將依據本局流感防治策略[21]之政策，設計流感大流行防治策略模擬的策略選項。

最後我們將邀請本局流感防治相關人員，為本研究系統介面進行易用性之評估與改善，讓本局人員在操作上更能達成易用性。

三、材料與方法

- （一）系統開發環境
- （二）模擬系統
- （三）系統架構
  - 1. 模擬系統介接
  - 2. 資料庫設計
  - 3. 使用者操作介面
  - 4. 資料呈現介面
- （四）敏感度分析
- （五） 系統評估

（一） 系統開發環境

伺服器作業系統及系統執行環境如下：

1. Web Server 作業系統：Linux Red Had 8
2. GIS Server：ESRI ArcGIS Server 9.3

3. 模擬程式執行環境：gcc、g++、libgsl 等套件

4. Http Server： Tomcat5.5

5. Database：MySQL

伺服器硬體規格如下：

1. CPU：Intel Xeon E5450

2. RAM： 64GB

3. DISK：SATA DISK 146GB

開發工具：Java、JSP

（二） 模擬系統

中央研究院資訊所研究團隊在開發流感大流行數理模式時（系統架構如圖 1），是以台灣 2,000 年進行戶口及住宅普查的人口統計資料為基礎（包括年齡、家庭人口組成、就業者之工作地與居住地分佈等）[16]，流感疫情傳播之相關參數（如潛伏期、從暴露到具傳染力的時間、感染者有症狀的比例等）則完全參照 Dr. Longini 於 PNAS 期刊之資料[17]。

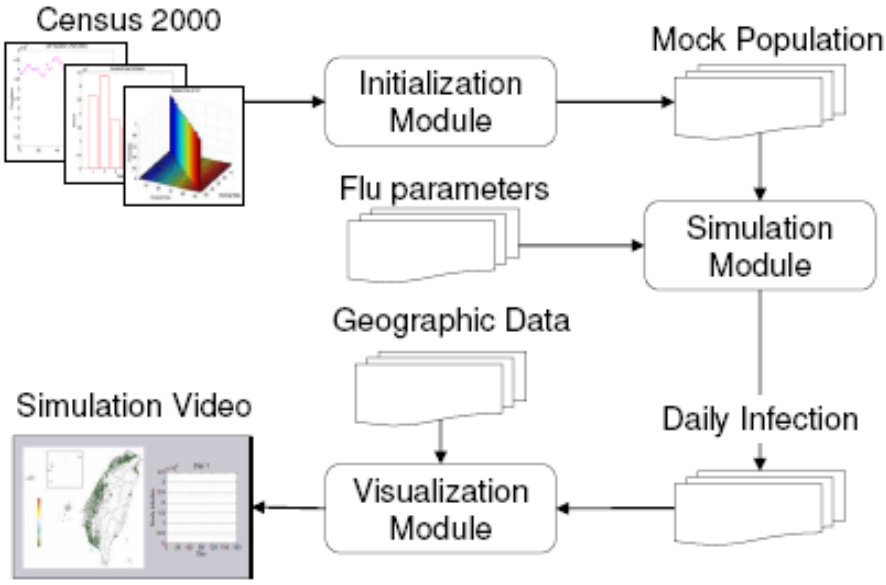

Figure 1: System architecture

圖 1. 模擬系統架構圖

該系統包括三個模組[18]：啟始模組（Initialization Module）、模擬模組（Simulation Module）、視覺化模組（Visualization Module），以下簡要說明此三模組之功能：

1. 啟始模組：根據 2,000 年人口普查之年齡、地理分佈，於一分鐘內隨機產生 2,300 萬人之資料分佈於 7,756 里（每里的人口數約 2,000 人）。所有人依年齡共分為五組：0-4 歲, 5-18 歲, 19-29 歲, 30-64 歲, 65 歲以上。

2. 模擬模組：假設境外移入為導致流感大流行的主要感染源，因此每天隨機產生約 8 位感染者由桃園國際機場入境，連續發生 180

天。該模組模擬每 12 小時計算每個人因接觸到感染者而得病之機率（p），最後再產生一亂數機率（q），若 q 小於 p，則決定該個案受到感染而開始潛伏期。每模擬 24 小時後，此模組會將新感染人數產出。

3. 視覺化模組：將模擬模組所產生之每日數字以流行曲線（Epidemiologic Curve）及空間分佈加以呈現，最後產生動畫檔以呈現疫情之時空分佈。

以台灣 2,300 萬的人口及 180 天為大流行期間的一個週期為執行一次，在一般的電腦上模擬約需 4-5 分鐘。另外，有關系統模擬正確性之疑慮，除找兩個研究助理分別寫程式以驗證其結果外，亦計算基本再生數的理論值以與觀察值相比較。

（三）　系統架構

本研究計畫目的為建置模擬系統之使用者操作介面，讓使用者可透過 Web 友善介面來設定執行模擬程式所需的參數，並於介面上選擇進行流感大流行防治策略模擬的策略選項，接著啟動模擬程式進行流感大流行疫情傳播及數據之運算，當程式執行完畢後自動將所得的結果存於資料庫中，使用者可藉由資料呈現介面查詢已執

行之統計結果,包含統計圖表與結合地理資訊系統錄製動畫檔呈現疫情可能的分布狀況。

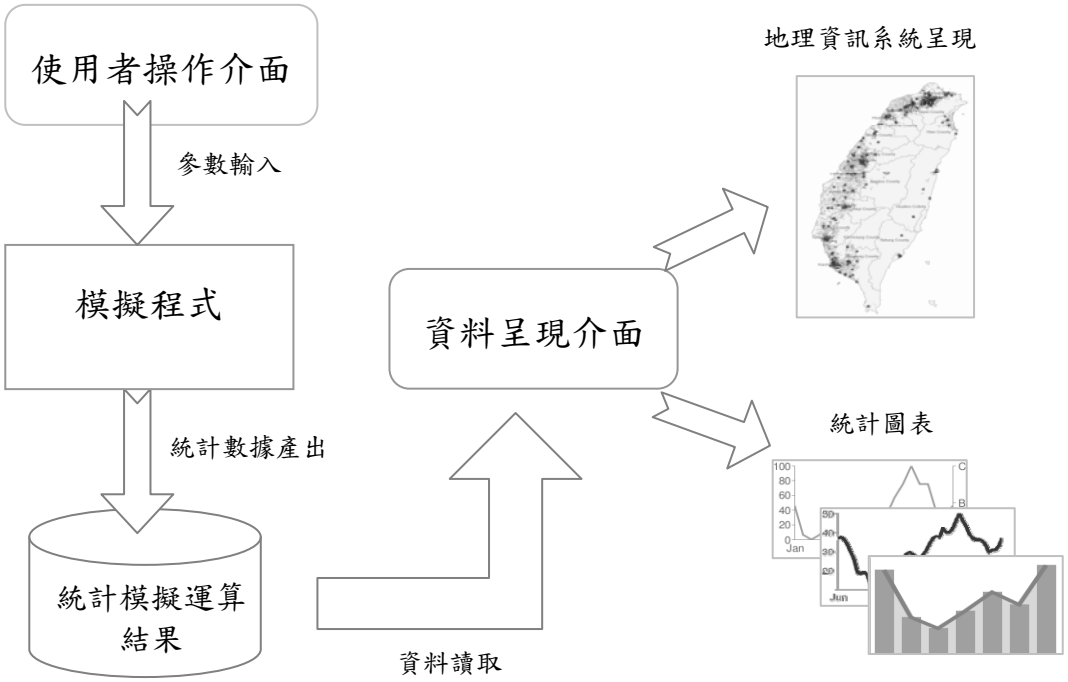

圖 2.系統架構

1. 系統介接

本研究計畫即設計中研院開發的模擬系統之使用者 Web 介面(包括結合地理資訊系統及錄製動畫檔呈現疫情變化情形),讓本局人員可方便的透過網頁執行流感大流行模擬系統，因此需先架設 Web Server、GIS Server 平台及模擬系統執行環境，其系統介接架構如圖 3，使用者藉由 Web-based 介面執行模擬流感大流行，當

Web Server 接收 Client 端送出的模擬參數時，透過 Common Gateway Interface (CGI)執行中研院開發的模擬程式(Simulation Program)，當模擬程式執行完畢後，立即將模擬數據存入 MySQL 資料庫中作為後續查詢模擬結果及分析統計數據，接著透過 GIS Server 繪製疫情地理分布圖與錄製動畫檔，最後將流感大流行模擬結果呈現至使用者。

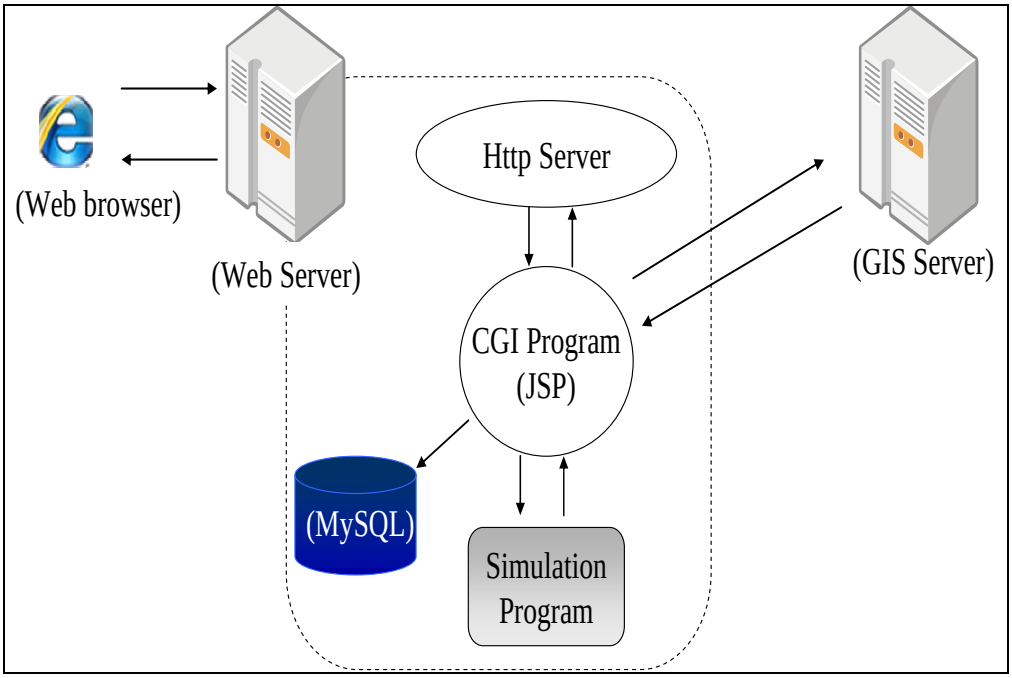

圖 3. 系統介接架構圖

2. 資料庫設計

使用者藉由資料呈現介面查詢過去已執行模擬方案之統計結果，而資料呈現介面所展示的統計圖表與疫情地理分布動畫檔之資

料來源為資料庫中的模擬數據。本研究系統資料庫設計與建置主要分成三個部分：

(1) 執行模擬參數資料表

執行模擬參數資料表主要紀錄使用者在操作介面上輸入的資料，其流程如圖 4 所示，包含使用者的 Email 以供系統執行完畢時傳送通知訊息和使用者執行模擬程式輸入的參數做為後續查詢的依據，其詳細資料欄位與說明如表 1。

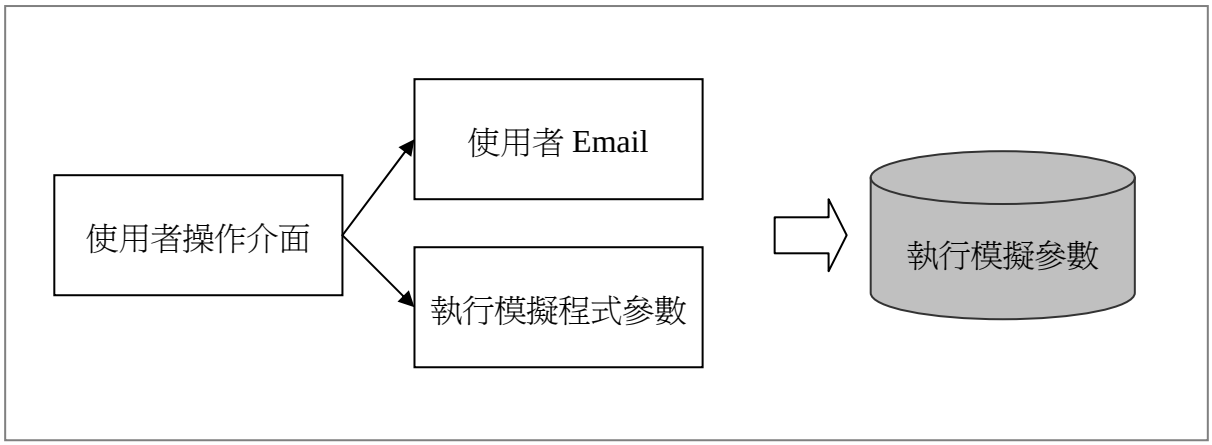

圖 4.紀錄使用者輸入參數資料流程

表 1.、執行模擬程式參數表單資料欄位

執行模擬程式參數	
parID	執行模擬編號
ScenarioName	模擬腳本名稱
mailAddress	使用者 Email
Par_R	基本再生數
PanDays	流行期
panDate	流感起始日期
Intervention	是否執行各項防治策略

vaccDEF	疫苗效用參數
vacc	疫苗接種安排
drug	抗病毒藥物投藥
WM_R	全國口罩涵蓋率
WM_P	口罩保護力
startDate	執行模擬時間
finishDate	模擬結束時間
exeStatus	系統執行狀態

(2) 流感病例數

當中研院模擬程式執行結束後，將產生每日流感病例數與地區別流感病例數兩個文字檔，因此我們必需將模擬結果做資料轉換，並分別儲存至每日流感病例數資料表和地區別流感病例數，以供後續繪製流行曲線圖與產生疫情地理動態分布使用，其詳細資料欄位與說明如表 2 與表 3。

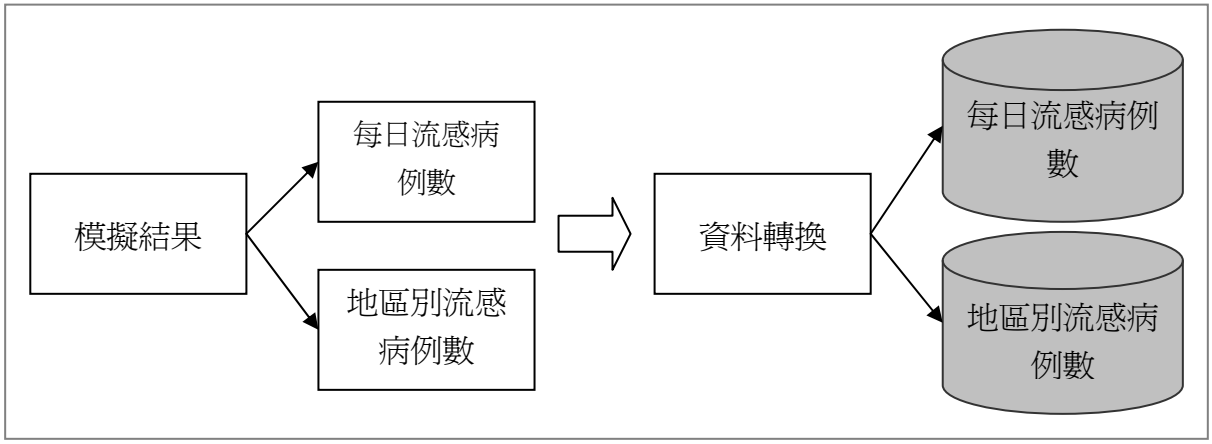

圖 5. 流感病例數資料轉換流程

表 2.、每日流感病例數表單資料欄位

每日流感病例數

parID	執行模擬編號
pandemic _day	流行第 n 天
case_count	新增病例數

表 3、地區別流感病例數表單資料欄位

地區別流感病例數	
parID	執行模擬編號
VID	村里代號
Pandemic_day	流行第 n 天
case_count	新增病例數

(3) 地理空間資料

在地理空間上呈現台灣共7,756里的中心位置分布，需先將GIS空間資料重新計算，其流程如圖 6.分別將圍繞各村里邊界的經緯度座標加總平均，得到該村里中心點位，並儲存於資料庫中作為產生疫情地理動態分布時使用，其詳細資料欄位與說明如表 4。

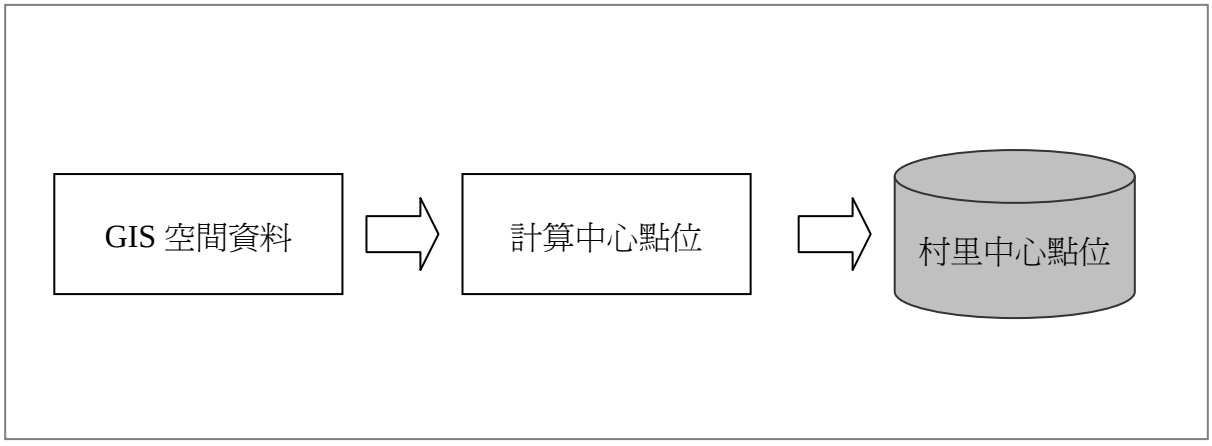

圖 6.計算村里中心點位流程

表 4.、村里中心點位表單資料欄位

村里中心點位	
VID	執行模擬編號

X_axis	模擬腳本名稱
Y_axis	使用者 Email

3. 使用者操作介面

本研究依據目前中研院開發的模擬系統程式，來設計使用者操作介面的輸入參數，讓使用者可藉由 Web 介面執行模擬程式。模擬系統輸入參數分成基本參數與防治策略兩個部份：

(1) 基本參數(Basic Parameters)

基本參數為描述模擬流感大流行發生的輪廓，包括病原的基本再生數(Basic Reproduction Number, R_0)、發生時間、流行期、防治措施等，以下分別說明：

a. 基本再生數：基本再生數是指一個初發病例在易感的人群中引起的平均繼發病例的個數[19]。當 $R_0 > 1$，則該疾病便能繼續在人群中傳播；一旦 $R_0 < 1$，則該疾病便能被撲滅，因此我們將 R_0 介定範圍為 1.2 至 2.4 之間。

b. 發生時間：為了能讓模擬系統更符合真實情境，使用者可自行定義流感大流行發生時間，當疫情發生時，則可立即檢視應變措施之適當性。

c. 流行期：由於流感在臺灣好發於冬季，尤其自 10 月開始病例逐漸上升，至次年 3 月後逐漸下降，秋冬時節正值流

d. 防治措施：當流感大流行發生時，各項防治措施的模擬評估結果，可供我國修訂因應流感大流行之防治策略參考。

(2) 防治策略

為預防和抵禦流感大流行所造成死亡、健康與經濟方面等災害的影響，許多國家早已如火如荼地加強其流感大流行之應變準備計畫，流感大流行減災策略之目標如圖 7，左邊紫色曲線代表大流行時無任何介入措施，當我們實施各項防疫策略的介入下，則可廷緩疫情高峰並減經疫情高峰時醫療院所之負擔，且達到右邊曲線之降低整體病例數及衛生衝擊的效果。

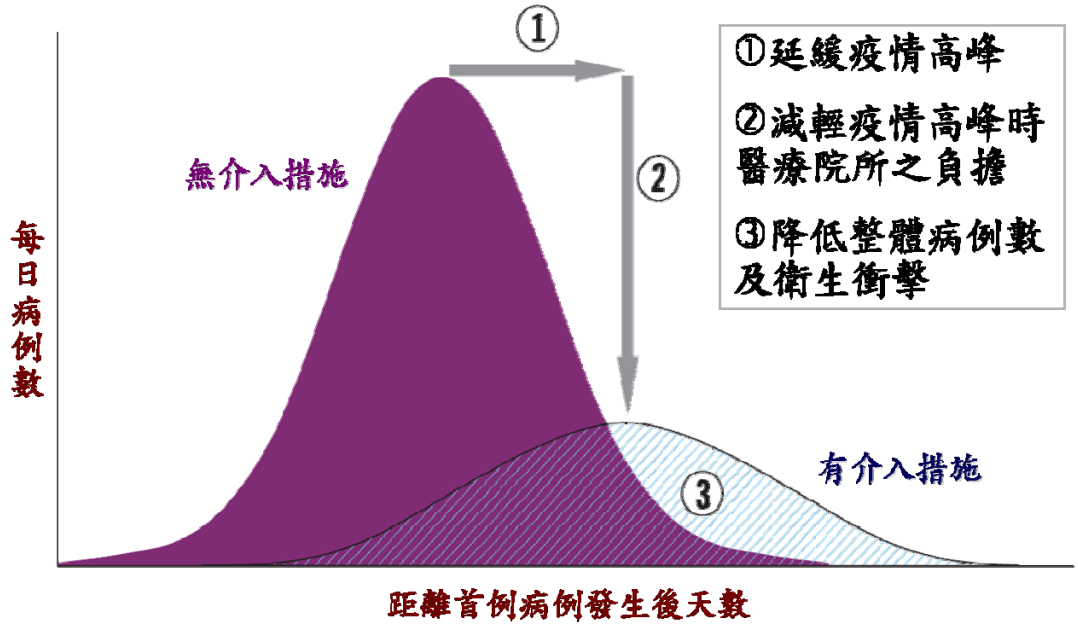

圖 7. 減災(Mitigation)策略之目標

對於流感大流行之因應，目前我國則設定有「四大策略、五道防線」之防治主軸，期提供我國民眾充分之健康保障[21]，其中所謂防疫的四大策略為及早偵測、傳染阻絕手段、流感抗病毒藥物及流感疫苗，防疫四大策略分別說明如下：

策略一：及早偵測

監視的重要功能在於及早發現不尋常的病例聚集，或病例個案之異常臨床表現，進而分析掌握病毒特性，在病毒傳播能力增強時就能及時圍堵，以利防疫措施之採行，防止疫情擴大與蔓延。

策略二：傳染阻絕手段

除抗病毒藥劑及疫苗等醫療介入外，尚有其他非屬醫療之公衛介入措施，如個人衛生行為（包括勤洗手、戴口罩）、病患隔離、接觸者管理、擴大社交距離等，均為重要且經濟之防治措施。

策略三：流感抗病毒藥物

目前神經胺酸酶抑制劑（neuraminidase inhibitor）之流感抗病毒藥劑在季節性流感之治療與預防功能已被證實，因此被期望在禽流感及流感大流行之治療與暴露後預防發生功效，以圍堵病毒擴散，或降低疾病率與死亡率。

策略四：流感疫苗

每年之流感疫苗施打計畫已有效減少季節性流感所引起之嚴重疾病與死亡。同樣在流感大流行期間，亦期望透過採購或國內研製而獲得足量的有效疫苗，以使重要社會機能得以維持，甚或保障高危險族群之健康。

因此本研究系統介面之防治策略則以疫苗接種、抗病毒藥物預防性投藥及非屬醫療公衛介入措施之戴口罩衛生行為等防治措施，做為流感大流行之模擬策略選項，其模擬評估結果，可供我國因應流感大流行之防治策略實施參考與修正。

4. 資料呈現介面

當模擬系統執行完畢後，系統自動將所得的模擬結果以 Email 郵件息訊通知使用者，另外使用者也可藉由資料呈現介面查詢已執行完畢之統計結果，包含統計圖表與結合地理資訊系統錄製動畫檔呈現疫情可能的分布狀況；因此資料呈現介面設計主要目標為整合所有可供決策參考的資訊，其中以流行曲線圖及疫情地理動態分布為兩大主軸：

(1) 流行曲線圖

根據使用者定義流感大流行的想定狀況，執行模擬流感大流行疫情傳播及數據之運算後，將其每日新增病例繪製成流行曲線圖，提供使用者評估該流感大流行發展的趨勢，檢視未來應變措施之適當性。

(2) 疫情地理動態分布

本研究另將流感大流行模擬結果整合至地理資訊系統中，透過更豐富的介面，協助使用者理解及分析疫情相關的資訊，達成決策參考的目標；產生疫情地理動態分布流程如圖 8 所示，首先需建置地理資訊系統，透過自行撰寫 GIS 程式讀取已模擬完畢之每日各村里流感病例數及預先運算的村里中心點位，且定義疫情警示五層等

級由淺至深以不同顏色區分，從綠色安全、黃色警戒至紅色危險等來展示流感大流行隨著時間在地理空間上呈現疫情的變化，接著將這些數據與參數傳送至 GIS Server 做空間運算處理，最後回傳一張疫情地理分布圖，而這個步驟需重複使用者所定義的流行期天數，當 GIS 程式產製每日疫情地理分布圖完畢後，系統將這些圖檔錄製成動態可播放的動畫檔，最後輸出疫情地理動態分布。

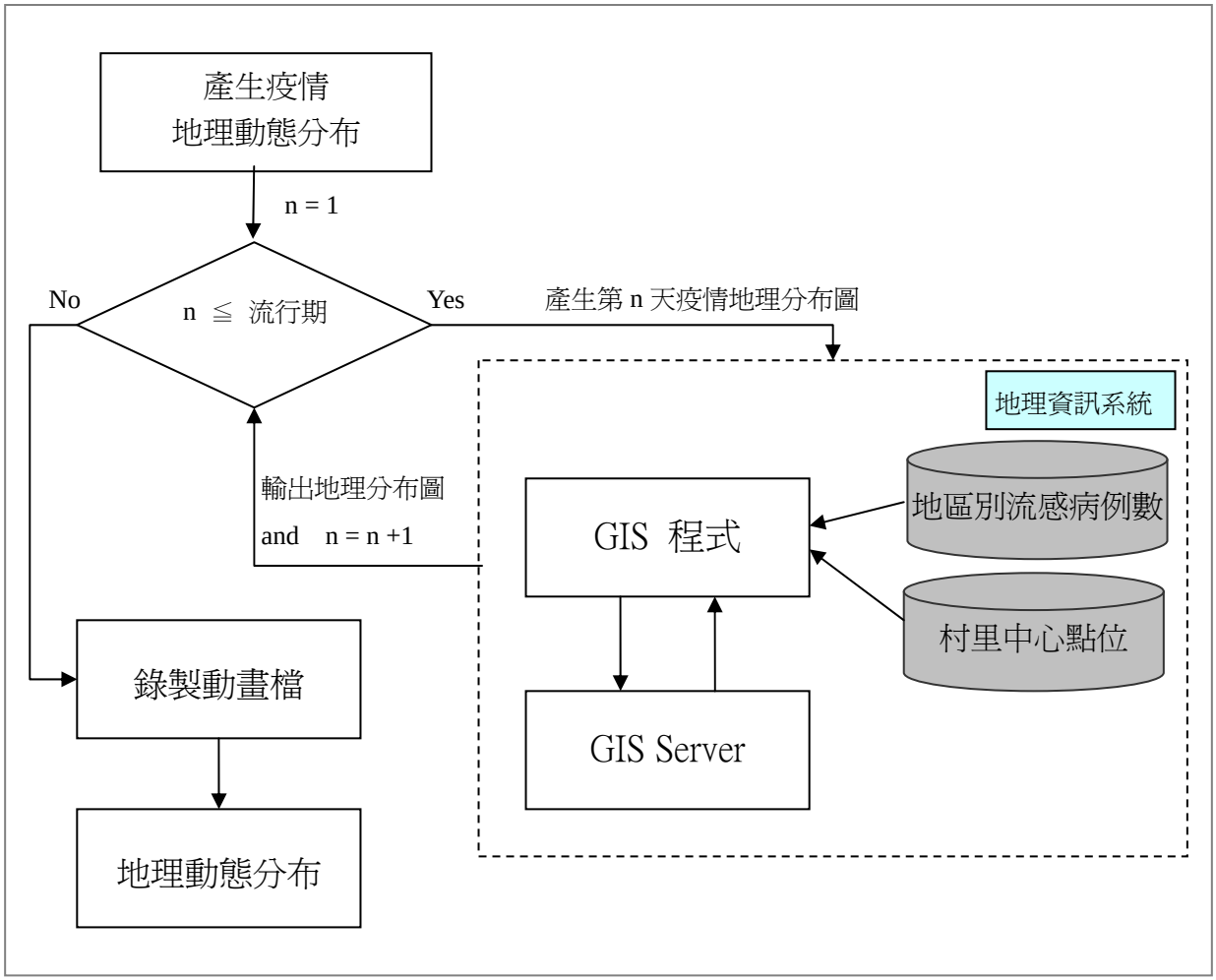

圖 8. 產生疫情地理動態分布流程圖

在資料呈現介面上也提供使用者查詢特定變項如發生第 1,000 例的時間點、流感最高峰時間點與個案數等，此外所有已執行完畢之模擬方案，也可讓使用者自行選擇比較各項防治策略模擬實施下，評估能有效遏止流感大流行發生的防治措施，作為未來因應流感大流行防疫政策之參考。

（四） 敏感度分析

敏感度分析是評估參數對於結果影響的穩定程度[22]，使模型的變數在合理的特定範圍內變動下，觀察其模型影響變化情形的分析方式，其中以單維敏感度分析為最常見的分析方式，即一次改變一個參數，在其它參數固定不變的情況下，檢視其參數對於模式的影響程度。本研究將進行 R_0 敏感度分析，其範圍為 1.6 至 2.4，以檢視在不同 R_0 下，流行曲線圖之變化趨勢。

（五） 系統評估

本研究所建置之網頁使用者介面，除了能提供本局人員直接執行模擬程式以獲得模擬資訊外，介面是否能達成使用者之易用性(Usability)觀點，亦是本研究設計之重點，根據 ISO DIS 9241-112 對「易用性」的定義: 「在特定環境下，使用者可以使用該產品達

成其特定目標的有效性、效率及滿意程度」。因此，為提升介面的易用性，本研究擬設計一連串的易用性實驗，藉由實驗結果萃取使用者的易用性觀感與建議，以進一步改善本介面使其更趨近於使用者所要求之易用性。

易用性實驗說明: 根據 Friedman[23] 對易用性實驗的建議方法，本研究擬設計一連串要求使用者達成任務之測試腳本，邀請測試對象依照測試腳本的問項，使用介面來操作問項問題，並利用畫面錄製軟體，紀錄使用者的操作過程。另外，使用者完成測試腳本後，再透過問卷，調查使用者的易用性趨向，最後再參考錄製軟體與問卷來測量易用性。以上實驗方法，有 4 個要點，需進一步探討確認，分別是 1.測試人數 2.測試對象 3.測試腳本與 4.調查問卷，分別說明如下:

1.測試人數: 根據 Friedman[23] 的文獻探討，5 至 6 名測試者，通常可辨識出 80%的軟體問題，而餘下 20%的辨識率，僅能隨著測試者逐步增加至 20 人而緩慢達成。因此，考量投入的人力成本與效果，本研究測試人數定為 6 名。

2.測試對象: 本系統之使用對象，主要為本局流感防治的權責單位與防疫醫師，因此，測試對象須符合前項兩者條件之一。

3.測試腳本: 本研究測試腳本共有七個問項(請參考附錄一)，各問項設計原則如下:

• 問項 1　測試使用者在 Web 操作介面上，是否能正確的設定執行模擬程式所需的基本參數。

• 問項 2~4 測試使用者是否能正確選擇進行流感大流行各項可能防治措施之模擬策略選項。

• 問項 5~7 測試使用者是否能模擬多個流感大流行防治策略。

4.調查問卷: 易用性專家 Jakob Nielsen，對「Usability」的量化值定義，提出了下面五項要素[24]:

• Learnability: 使用者在第一次用就能學會的容易程度。

• Memorability: 經過一段時間之後再重新使用這 UI 還能熟練操作的容易程度。

• Efficiency: 使用者能用這個 UI 多快完成任務。

• Errors: 包括使用者有多容易出錯、錯誤有多嚴重、以及有多容易從錯誤中回復回來。

• Satisfaction: 使用者用這個 UI 時會覺得愉快的程度。

本研究使用以上五項要素，作為本研究問卷在評估易用性的指標(請參考附錄二)，並以半開放式問卷，針對指標調查使用者。

四、結果

（一） 使用者操作介面

本研究依據目前中研院開發的模擬系統程式，來設計使用者操作介面的，讓使用者可藉由 Web 介面輸入參數來執行模擬程式；為了使介面功能更容易操作，參數欄位大都以滑鼠點選的方式完成，並列出預設初始值讓第一次使用本系統介面的使用者可輕鬆解讀各功能項目所代表的涵意。使用者操作介面分成基本參數與防治策略兩個部份：

1. 基本參數

基本參數為描述流感大流行發生時假定的情況，包含流感起始時間、基本再生數(R_0)及流行期等參數設定，如圖 9 所示，為了讓使用者方便利用滑鼠來操作，本系統介面設計拖曳式選擇條(Slider Bar)代替鍵盤輸入，當滑鼠指向某參數項目時，頁面右邊空白處會顯示該項目註解說明，讓使用者解讀此項功能設定目的；另外日期欄位以彈出萬年曆小視窗來點選日期如圖 10 所示，避免手動輸入錯誤造成日期格式錯誤。

圖 9. 使用者操作介面之基本參數輸入畫面

圖 10.萬年曆小視窗

2. 防治策略

防治策略為可讓使用者進行模擬流感大流行防治策略的選項，如圖 11 所示，包含疫苗接種、抗病毒藥物預防性投藥和戴口罩衛生行為等防治策略。

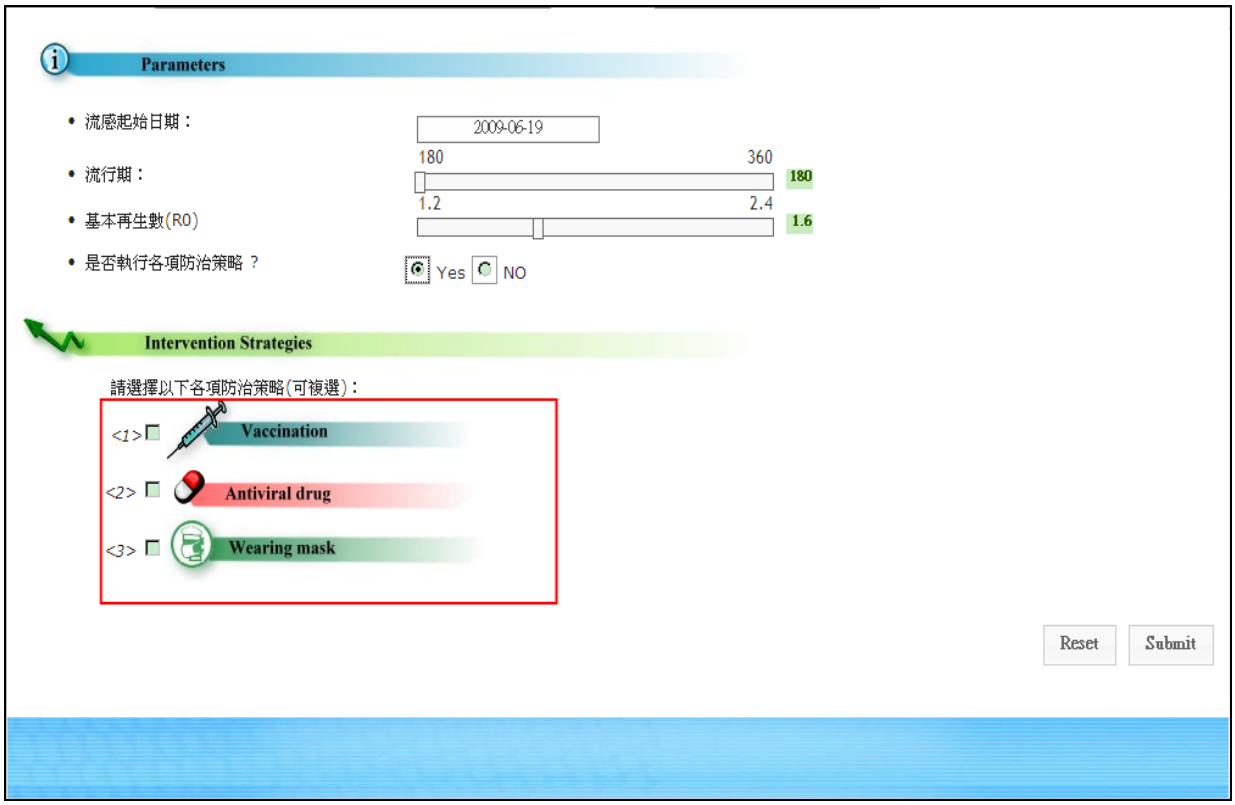

圖 11. 防治策略選項

(1) 疫苗接種

疫苗接種策略參數輸入介面如圖 11，需先設定該疫苗效用，定義該疫苗針對各年齡層(Age Group)使用的劑次(Doses)則具有不同的保護力，接著安排疫苗接種順位及時程，使用者需預先估計各

年齡層分配疫苗的供給量與接種率，以及接種的劑次和完成接種日期，以上疫苗的效用和接種順位設定清單，可依使用者需求新增或減少。

圖 11. 疫苗接種策略選項

(2) 抗病毒藥物預防性投藥

抗病毒藥物預防性投藥策略參數輸入介面如圖 12，需先設定抗病毒藥物效用設定，定義該藥物有效的治癒率、即將釋出的日期、釋出的量有多少和預估投藥率有幾成，接著進行預防性投藥，使用者勾選投藥對象如社區、鄰里、家庭和工作群組等，並分別設定投藥率有多少比例。

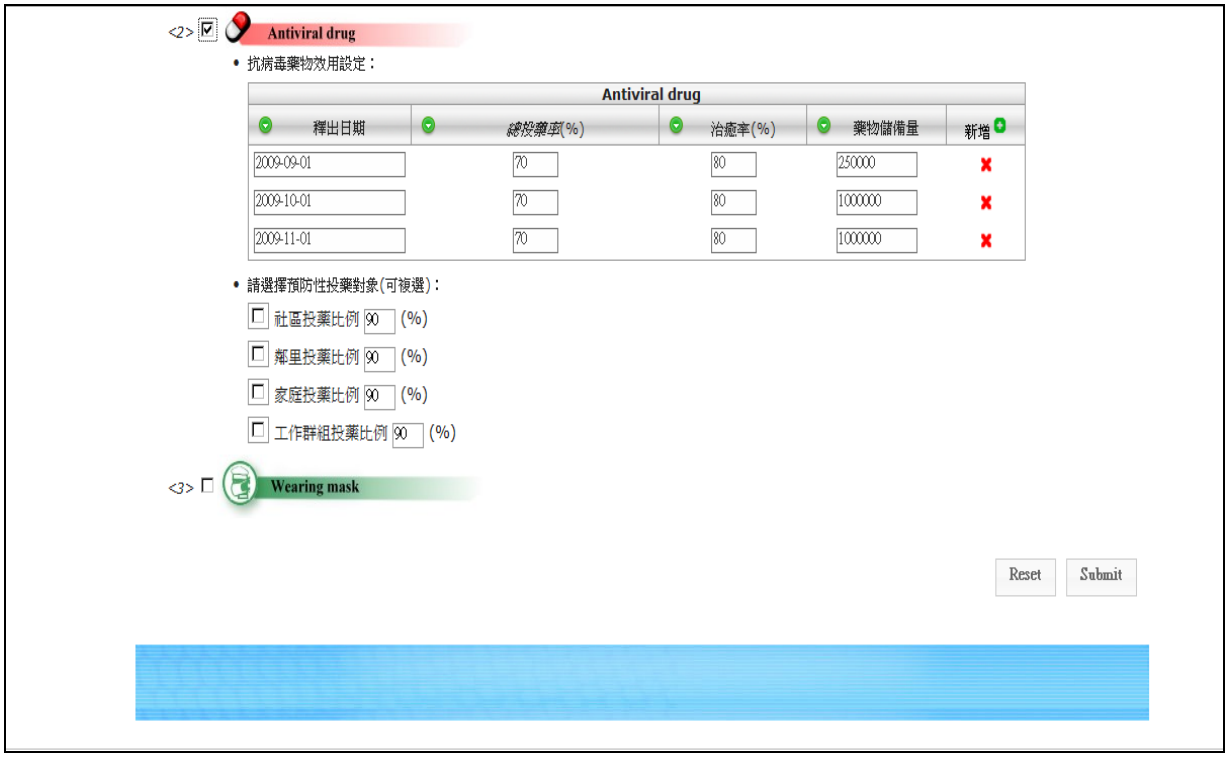

圖 12. 抗病毒藥物預防性投藥策略選項

(3) 戴口罩衛教宣導

戴口罩衛教宣導策略參數輸入介面如圖 13，使用者可依口罩的保護力來設定防止被傳染的機率，並可評估全國口罩涵罩率在多少百分比下，可有效的因應流感大流行。

最後，當使用者設定模擬參數並送出後，若執行成功則回傳成功畫面，並以提示視窗方式告知使用者模擬運算需等待 4-5 分鐘(如圖 14)，假設執行失敗則回傳警告訊息(如圖 15)。

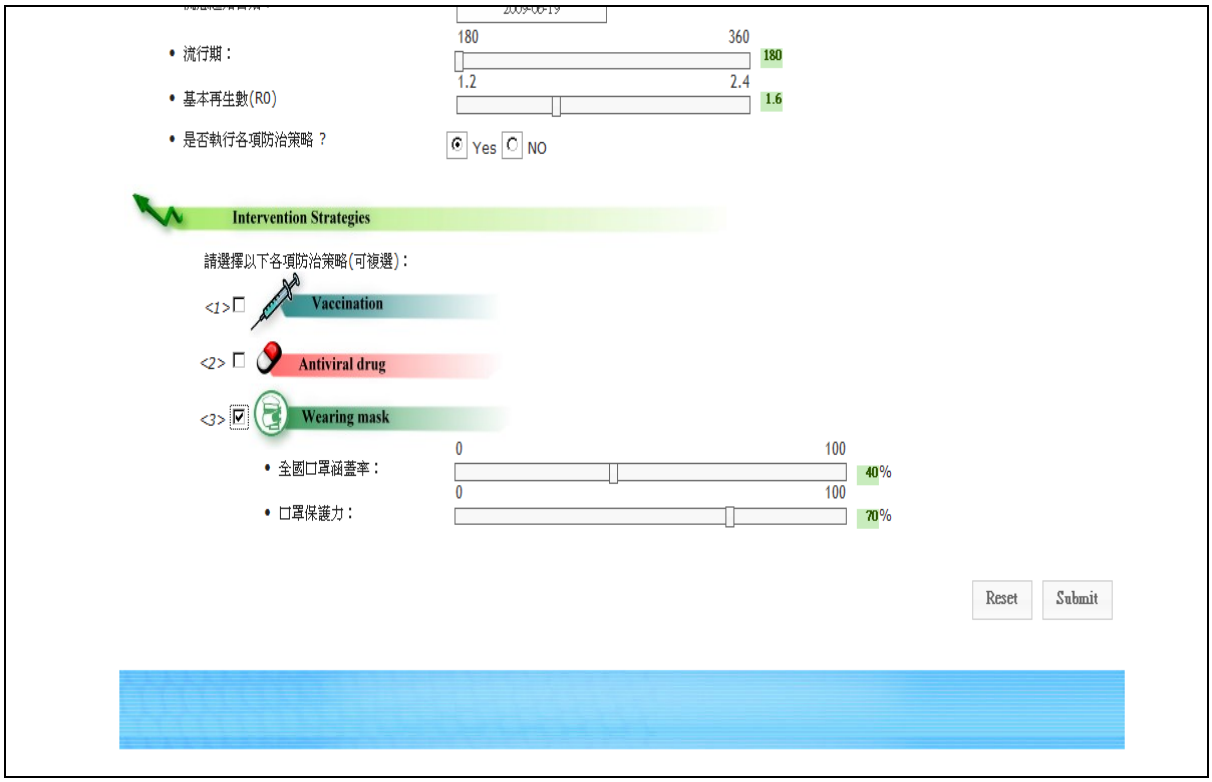

圖 13. 戴口罩衛教宣導策略選項

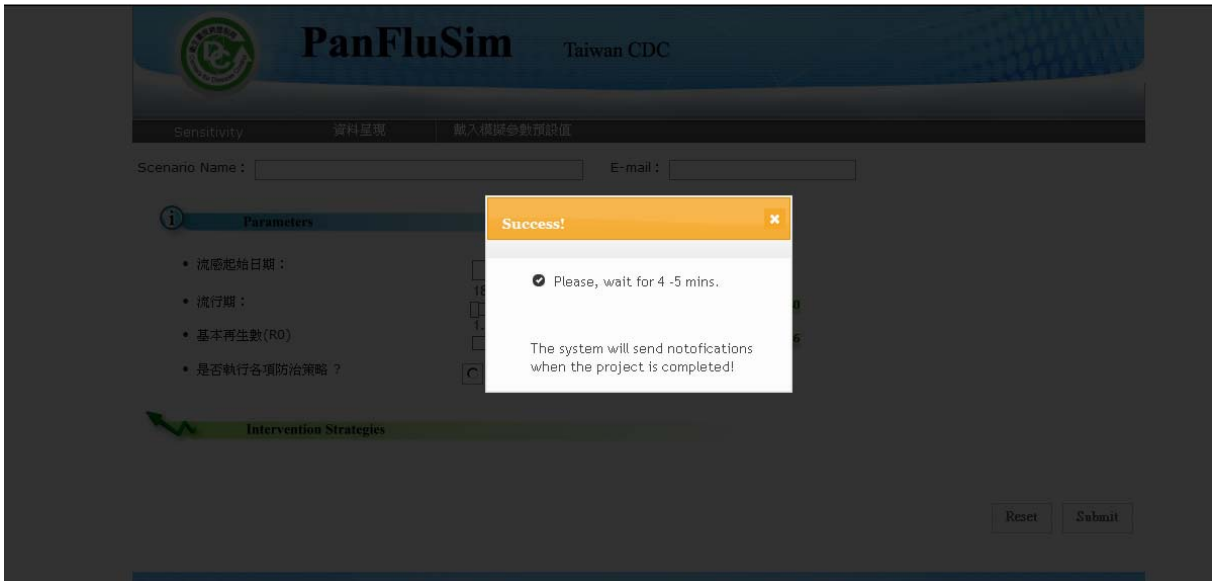

圖 14.執行模擬系統成功畫面

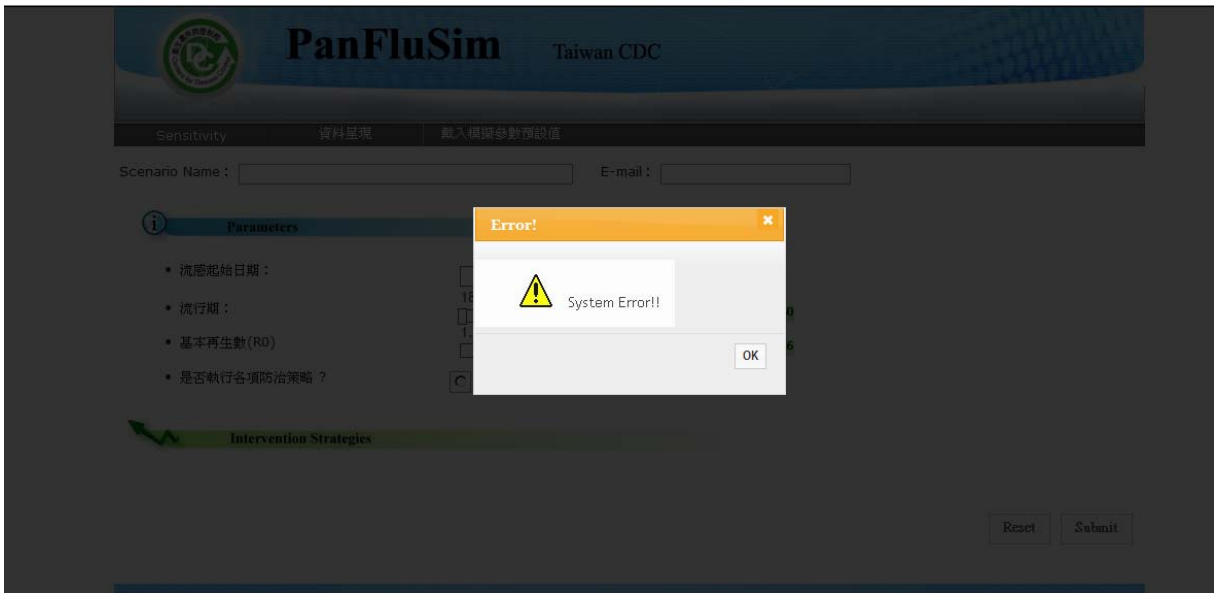

圖 15.執行模擬系統失敗警告畫面

（二） 資料呈現介面

資料呈現介面設計主要目標為整合所有可供決策參考的資訊，使用者可透過此介面查詢已執行完畢之模擬結果如圖 15 所示：

①已執行模擬完畢之清單列表：使用者可立即檢視已執行成功的模擬腳本。

②標題：讓使用者辨認目前所展示的模擬腳本名稱。

③執行模擬參數列表：讓使用者了解先前執行模擬系統時已輸入的參數，另外本介面自動計算該模擬流感大流行發生第 1,000 例的時間點、流感最高峰時間點與個案數供使用者參考。

④流行曲線圖與疫情地理動態分布動畫檔：使用者可點選流行

⑤比較已完成Scenarios：使用者自行選擇已執行完畢之模擬結果(如圖 18)，以流行曲線圖呈現比較各項防治策略模擬實施下，評估能有效遏止流感大流行發生的防治措施之參考。

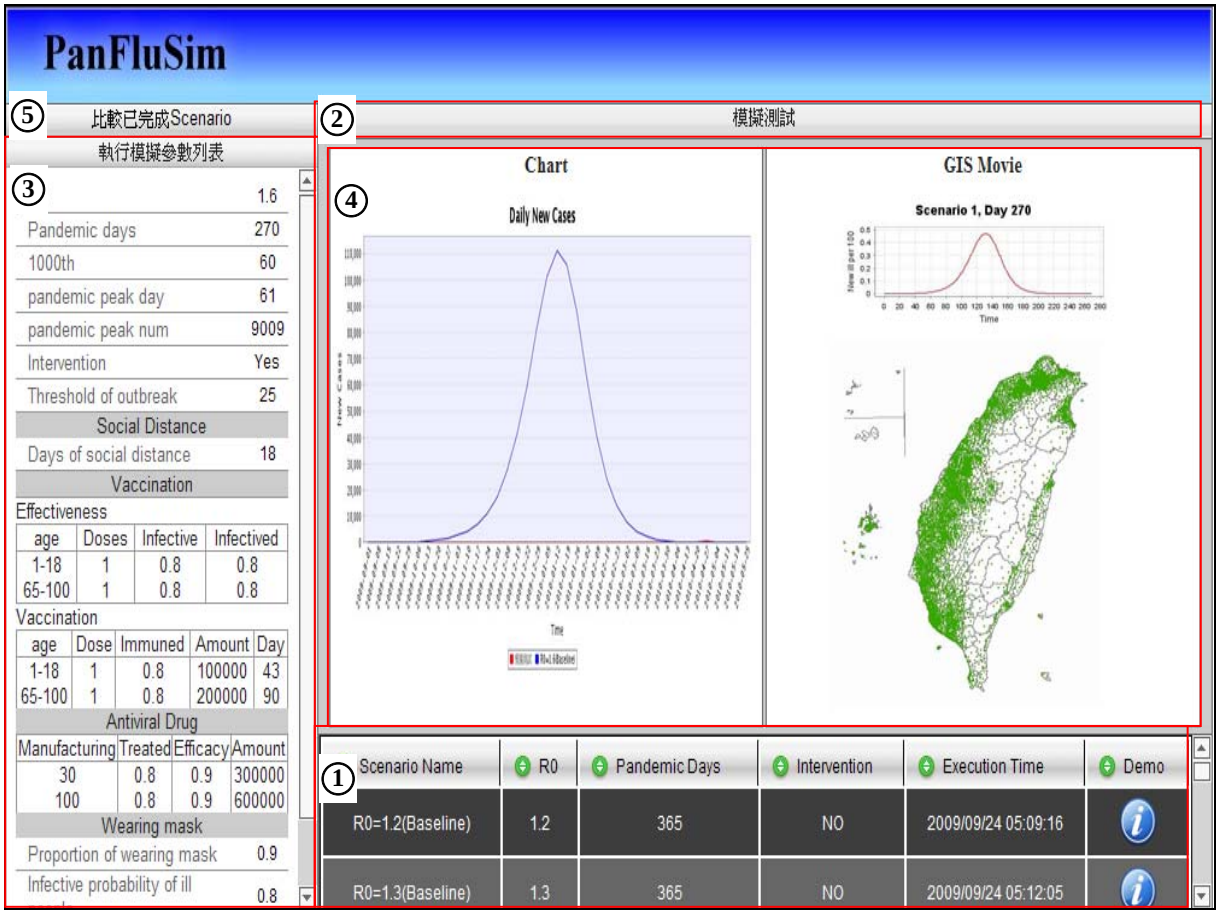

圖 15.資料呈現介面

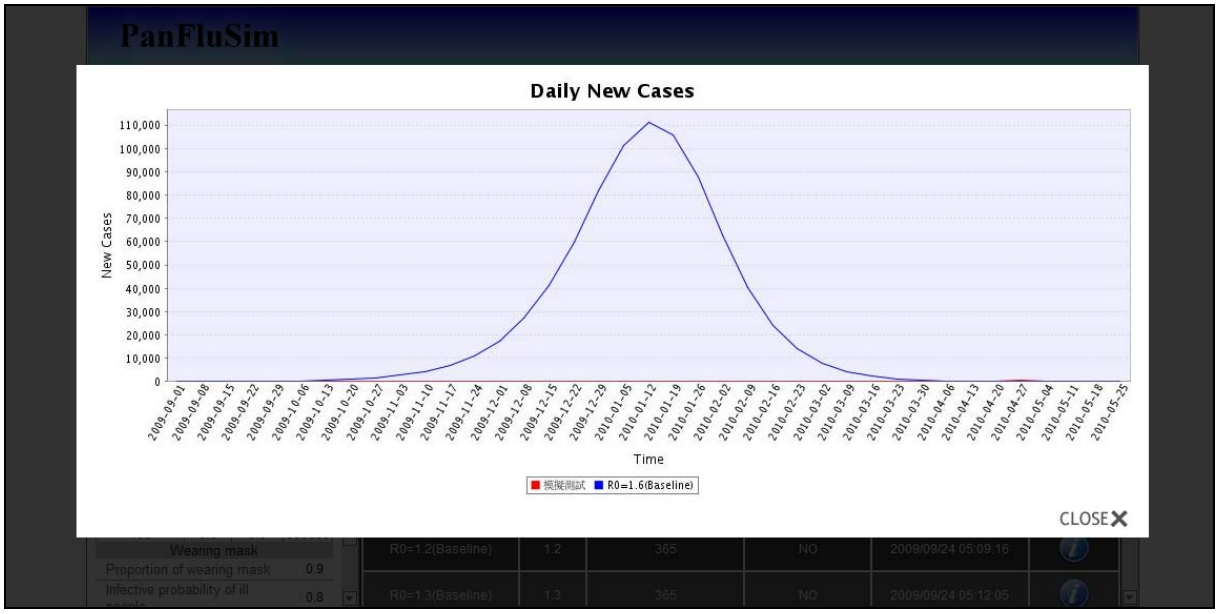

圖 16.流行曲線圖

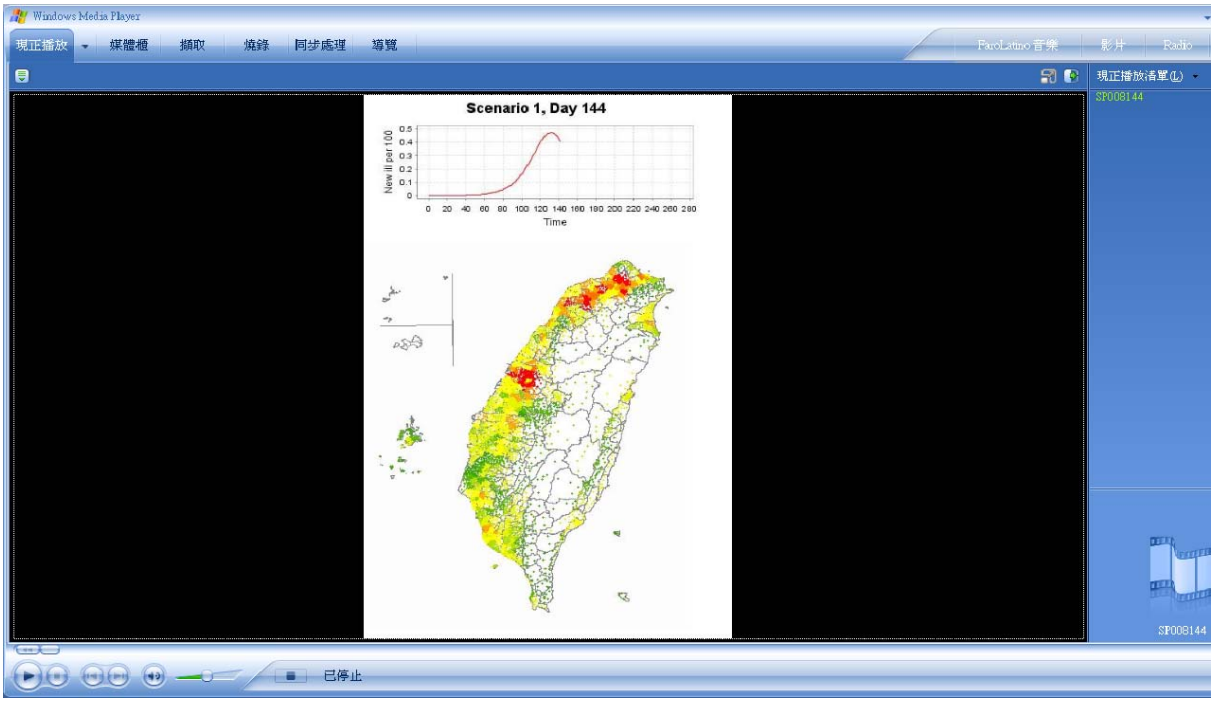

圖 17. 疫情地理動態分布動畫檔播放

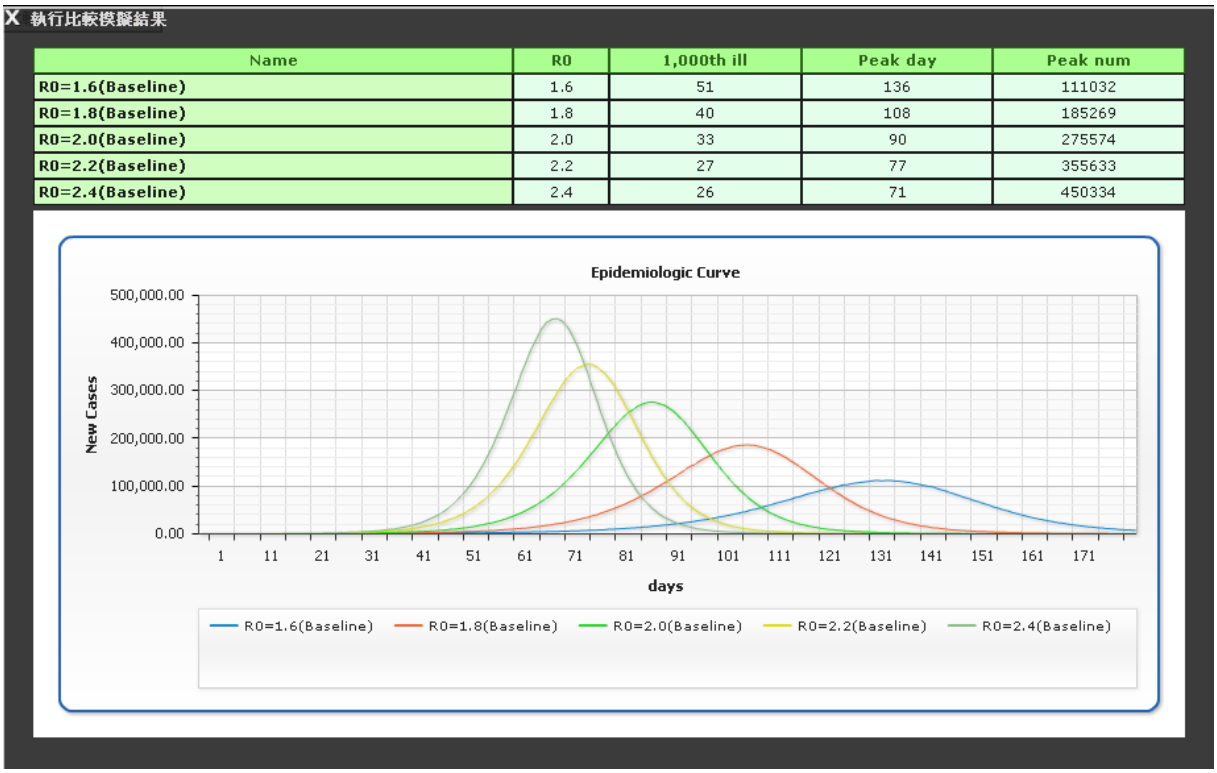

圖 18.選擇模擬結果之比較

（三） 敏感度分析

本研究針對 R_0 進行單維敏感度分析，並以疫苗接種策略下和無任何防治策略下，檢視不同 R_0 值其流行曲線之變化趨勢。操作步驟如圖 19 首先輸入流感起始日期與流行期，接著設定疫苗接種策略相關參數，若接種率為 0%則表示無任何防治策略，最後定義 R_0 範圍及遞增值，即完成 R_0 單維敏感度分析設定(如圖 20)。

在此我們定義 R_0 範圍為 1.6 至 2.4 及遞增值為 0.2，在無任何防治策略下，執行敏感度分析，從模擬結果(如圖 21)來看，當 R_0 值越高其流行趨勢較陡，則表示很快進入大流行也很快結束，而流

感高峰則較其它 R_0 來得高，當 R_0 值越高其流行趨勢較平滑，則表示很慢進入大流行也維持很久才結束。另外續以疫苗接種策略下，執行敏感度分析，從模擬結果(如圖 22)來看，比較無防治策略結果(如圖 21)，其流行趨勢延緩發生。從表 5 總病例數與流感高峰期來比較，R_0 值越高總病例數就越大，其流感高峰期也越早；在疫苗接種策略實施下，總病例數明顯降低許多且流感高峰期越慢發生，由此結果可說明，實施防治策略可延緩流感大流行發生，讓衛生防疫單位有更多的時間準備防治工作，另外我們也發現，當 R_0 值越小實施疫苗接種策則更有效降低發病人數。

圖 19.執行敏感度分析畫面

圖 20.設定敏感度分析參數

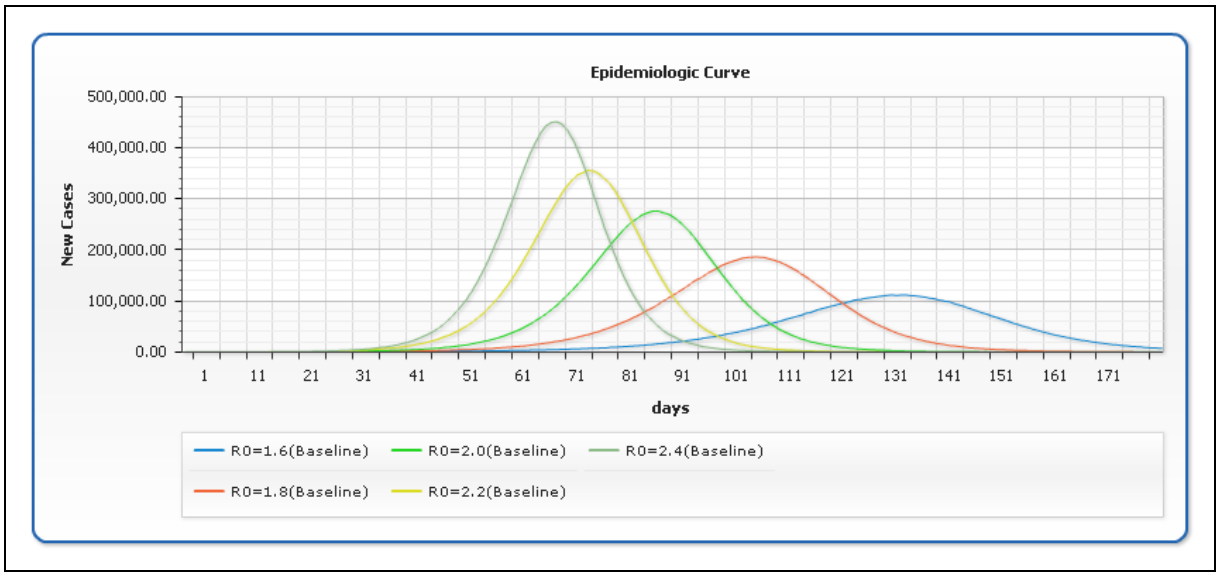

圖 21. 在無防治策略下增加 R_0 值時其流行趨勢之比較

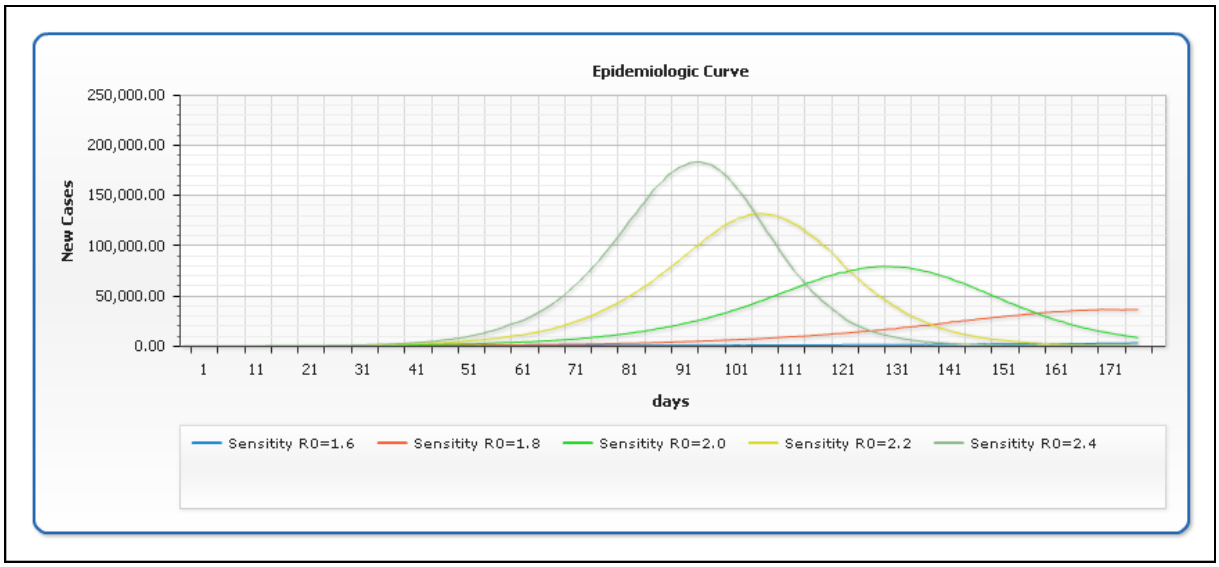

圖 22. 在有防治策略下增加 R_0 值時其流行趨勢之比較

表 5 在有無防治策略下增加 R_0 值時其總病例數之比較

R_0	疫苗接種	總病例數	流感高峰期(天)
1.6	否	5,729,597	136
1.8	否	7,326,325	108
2.0	否	8,611,239	90
2.2	否	9,657,359	77
2.4	否	10,490,936	71
1.6	是	159,189	180
1.8	是	1,829,161	173
2.0	是	4,464,740	132
2.2	是	5,756,957	109
2.4	是	6,860,530	98

（四） 系統評估

彙整調查問卷的交叉分析結果(如表 6)，除了「Errors」指標的

易用性趨向為「普通」,其於指標的易用性趨向,皆趨向於「同意」。由此表示該介面有讓使用者操作錯誤的情況存在,進一步分析「Errors」指標的調查欄,發現大部分的測試者,趨向於不同意有讓使用者操作錯誤的情況出現,但惟獨有一名測試者,強烈同意介面有讓使用者造成操作錯誤的情況,因此使得「Errors」指標的表現較差。

另外,在質性的分析方面(如表 7),測試者對「Efficiency」與「Errors」指標,皆有須改善的意見,以「Efficiency」指標而言,有 3 名測試者希望介面的相關操作項目名稱,不應有中英文名稱穿插的情況出現,應統一用中文或英文表示。而有 1 名測試者,則對於介面「拖曳式選擇條(Slider Bar)」的操作功能感到不易操作,比起手動輸入資料還要花費更多時間。另外在「Errors」指標方面,由於抗病毒藥物效用設定之「藥物儲備量」語意解釋有誤,故造成 2 名測試者誤解而操作錯誤,經測試者建議因改為「藥物釋出量」。

透過以上量化與質性的分析,使用者皆能達成其特定目標的有效性、效率及滿意程度,因此本研究流感大流行模擬介面建置對於使用者的易用性趨向是正向結果,另外我們參考於使用者的建議,進行改善使用者操作介面,將介面相關操作項目名稱改為一致中文

化，而「拖曳式選擇條(Slider Bar)」功能改為手動輸入欄位(如圖23)，並將抗病毒藥物效用設定之「藥物儲備量」改為「藥物釋出量」以避免操作者誤解該項目而輸入錯誤參數(如圖 24)。

表 6 易用性量化指標交叉分析表

	非常不同意 (1 分)	不同意 (2 分)	普通 (3 分)	同意 (4 分)	極同意 (5 分)	平均分數	易用性趨向
Learnability	-	-	2 人*3	4 人*4	-	3.7	同意
Memorability	-	-	-	4 人*4	2 人*5	4.3	同意
Efficiency	-	1 人*2	-	3 人*4	2 人*5	4	同意
Errors	-	3 人*2	2 人*3	1 人*4	-	2.7	普通
Satisfaction	-	-	-	5 人*4	1 人*5	4.2	同意

表 7 易用性指標質性分析表

	測試者開放性意見
Learnability	
Memorability	
Efficiency	1. 項目名稱中英文夾雜，需花費一些時間判斷。(3 人) 2. Slider bar 不易操作，希望能有輸入欄位直接輸入。(1 人)
Errors	Antiviral drug 項下，其「藥物儲備量」的名稱，原意為「藥物釋出量」，但此名稱會讓使用者誤認為庫儲量，而造成操作上的錯誤。(2 人)
Satisfaction	

圖 23. 修正使用者操作介面

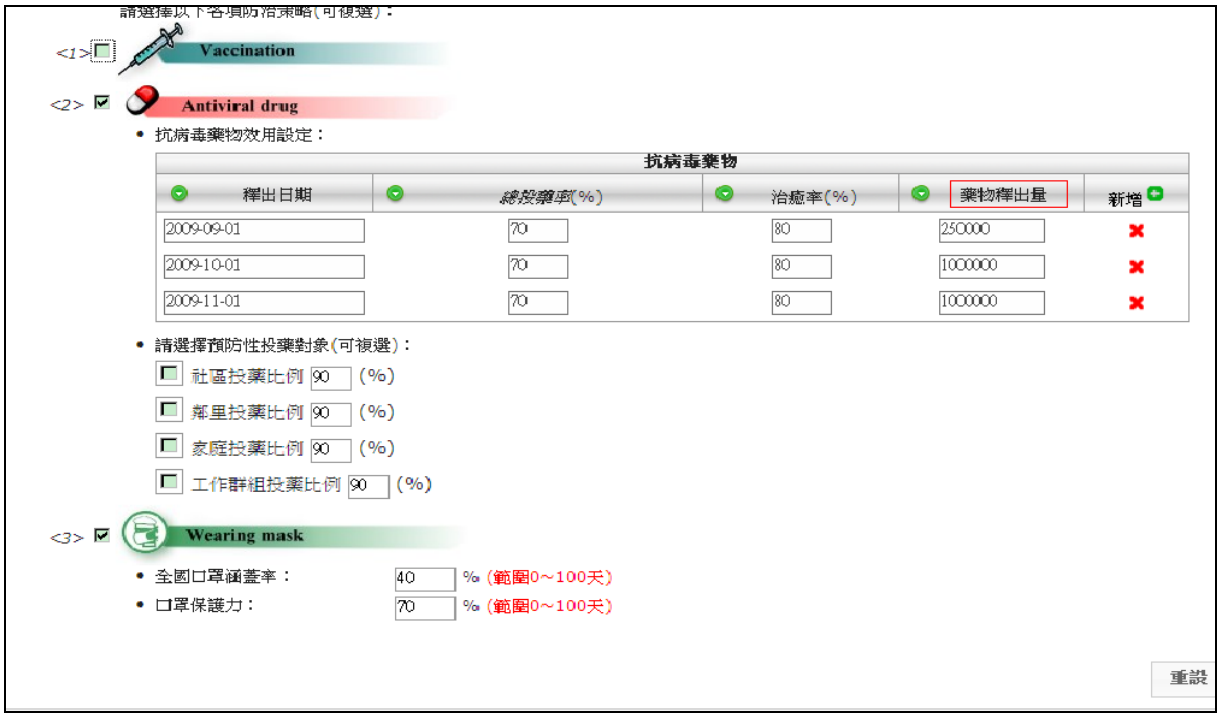

圖 24. 修正抗病毒藥物效用之藥物釋出量

五、討論

1. 流感大流行的威脅每年一直存在，許多國家及組織除了持續評估 H5N1 流感病毒所帶來的風險外，亦積極進行相關監測與準備工作，甚至發展流感大流行數理模式以預測其疫情規模及評估各項可能防治措施之效果[8-14]，我國中央研究院資訊所研究團隊於 2006 年進行流感大流行數理模式之程式開發[18]，中研院以更有效率的演算法撰寫大流行人傳人感染與防治策略模擬的程式，因未建置使用者操作介面，必需在 Command-Line Interface(CLI)環境下輸入指令來執行模擬程式，另外模擬結果亦需透過試算表應用軟體加以整理與繪製成流行曲線圖，而疫情地理分布動畫必需另撰寫程式產生；為利本局人員能直接操作，本研究即建置中研院模擬程式之使用者操作介面並將其流程系統自動化，透過 Web Interface 平台可方便執行模擬程式與檢視結果。

2. 在使用者操作介面方面，經本局流感防治權責單位與防疫醫師協助測試下，對於本系統操作介面之易用性皆趨向於同意，並針對測試者給的建議做進一步改善，未來局內人員初次使用本系統介面時，亦能在短時間內經鬆操作進行疫情模

3. 在疫苗接種策略方面，經與本局防疫醫師討論實際疫苗接種情形，通常疫苗完成接種日是難以估計，另外假設疫苗接種有二劑次，其第 1、2 劑疫苗間隔目前模擬程式無相關參數可設定，因此未來模擬程式可增加此功能參數，讓模擬更趨近於真實情境。
4. 在敏感疫分析方面，目前只針對 R_0 做單維度敏感度分析，未來可對各項防治策略做多維敏感度分析，評估各項措施之適當性，一旦大流行發生時，即可作為因應的準備工作之決策參考。
5. 在資料呈現介面方面，產生疫情地理分布動畫檔以流行期 180 天計算，通常需花費 1 小時左右時間完成，其產製效率不佳，未來需針對此問題進行改善，評估是否為 GIS Server 做空間運算處理時耗費太久，或是考慮自行撰寫程式在二維空間上打點方式繪圖。

六、結論與建議

1. 面對不可預知的未來，若沒有提早做因應的準備工作，一旦大流行發生時，則影響國民的生命健康及社會經濟陷入壓力及失序的危機是難以估計的。本研究與中研院資訊所合作，依本局人員在流感大流行之防治策略需求，建置流感大流行模擬系統使用者操作介面，讓本局人員透過 Web 操作介面直接執行模擬程式並呈現結果。
2. 本研究經系統評估後，其系統操作介面之易用性皆趨向於同意，惟「Efficiency」與「Errors」兩項指標測試者給予幾項建議，本系統介面亦採納測試者建議進行系統改善，未來將提供本局流感防治相關人員作為流感大流行整備計畫的規劃參考。
3. 自今年 6 月 19 日起台灣進入 H1N1 新型流感流行期，本研究亦利用使用者操作介面進行衛教宣導、疫苗接種與預防性投藥等策略，且根據 WHO 估計 H1N1 新型流感病毒 R_0 範圍為 1.4 至 1.6 之間進行模擬，並將模擬結果與實際流感監測資料比較，發現當 R_0 為 1.6 時，實施疫苗接種結合預防性投藥等策略並配合衛教宣導下，其流行趨勢與實際流感監測相似，

4. 本系統已解決 Web 操作介面與中研院模擬程式介接技術，並能立即透過資料呈現介面檢視結果，未來將持續與中研院合作，進行改善模擬系統可新增之策略模擬參數，如新增社會距離措施策略、設定學校停課標準與天數、疫苗接種可設定不同劑次施打間隔時間等，此外若能提供使用者調整全國人口數分布，則可依模擬策略結果作為進行醫療與防疫物資儲備工作之參考。

七、計畫重要研究成果及具體建議

（一）計劃重要研究成果

1. 本研究完成流感大流行疫情模擬介面建置,讓本局人員可方便執行模擬程式與檢視結果。
2. 本研究決解 Web 操作介面與中研院模擬程式介接技術，未來依本局防疫政策需求,新增或修改模擬程式並彈性調整介面參數與功能。
3. 在疫情未發生時,本局人員可事先根據流感大流行的想定狀況,透過本系統介面進行疫情模擬,檢視應變措施之適當性。
4. 若流感大流行疫情發生時,透過本系統介面立即依當時的狀況改變參數進行模擬並檢視結果。

（二）具體建議

1. 在疫苗接種策略部分,需再提供疫苗開始接種日期與設定不同劑次施打間隔時間等參數，以符合真實情境，另外模擬系統可增加幾項策略模擬參數，如新增社會距離措施、學校停課等，讓衛生部門決策者有更多的防治策略參考資訊。
2. 從本研究對 R_0 做單維度敏感度分析結果發現，實施疫苗接種策下可延緩流感大流行發生，當 R_0 值越小則更有效降低

八、參考文獻

1. Abbott A, Pearson H. Fear of human pandemic grows as bird flu sweeps through Asia. Nature. 2004;427(6974):472-3.
2. Coker R. UK preparedness for pandemic influenza. BMJ. 2007;334(7601):965-6.
3. Coker R, Mounier-Jack S. Pandemic influenza preparedness in the Asia-Pacific region. Lancet. 2006;368(9538):886-9.
4. Mounier-Jack S, Coker RJ. How prepared is Europe for pandemic influenza? Analysis of national plans. Lancet. 2006;367(9520):1405-11.
5. Mounier-Jack S, Jas R, Coker R. Progress and shortcomings in European national strategic plans for pandemic influenza. Bull World Health Organ. 2007;85(12):923-9.
6. 疾病管制局. 因應流感大流行作戰計畫. 台北市: 疾病管制局; 2007.
7. 疾病管制局. 因應流感大流行執行策略計畫. 2nd ed. 台北市: 疾病管制局;2008.
8. Anderson RM, May RM. Infectious Diseases of Humans: Dynamics and Control. New York: Oxford University Press; 1991.
9. Carrat F, Luong J, Lao H, Salle AV, Lajaunie C, Wackernagel H. A 'small-world-like' model for comparing interventions aimed at preventing and controlling influenza pandemics. BMC Med. 2006;4:26.
10. Colizza V, Barrat A, Barthelemy M, Valleron AJ, Vespignani A. Modeling the worldwide spread of pandemic influenza: baseline case and containment interventions. PLoS Med. 2007;4(1):e13.

11. Cooper BS, Pitman RJ, Edmunds WJ, Gay NJ. Delaying the international spread of pandemic influenza. PLoS Med. 2006;3(6):e212.
12. Ferguson NM, Cummings DA, Cauchemez S, Fraser C, Riley S, Meeyai A, et al. Strategies for containing an emerging influenza pandemic in Southeast Asia. Nature. 2005;437(7056):209-14.
13. Ferguson NM, Cummings DA, Fraser C, Cajka JC, Cooley PC, Burke DS. Strategies for mitigating an influenza pandemic. Nature. 2006;442(7101):448-52.
14. Germann TC, Kadau K, Longini IM, Jr., Macken CA. Mitigation strategies for pandemic influenza in the United States. Proc Natl Acad Sci U S A. 2006;103(15):5935-40.
15. WHO. Current WHO phase of pandemic alert. [cited 2008 Sep. 30]; Available from: http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/phase/en/index.html.
16. 行政院主計處. 89 年普查統計結果表. [cited 2008 Sep. 30]; Available from: http://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=1185&ctNode=3273.
17. Germann TC, Kadau K, Longini IM, Jr., Macken CA. Mitigation strategies for pandemic influenza in the United States. Proc Natl Acad Sci U S A. 2006;103(15):5935-40.
18. Chuang J-H, Hsu T-s, Kuo H-S, Liau C-J, Shen C-H, Tsai M-T, et al. An efficient implementation of flu simulation. 2008 (manuscript).
19. Anderson RM, May RM. Infectious Diseases of Humans: Dynamics and Control. New York: Oxford University Press; 1991.
20. 行政院衛生署疾病管制局. 流感併發重症(疾病小百科). Available from:

http://dwweb.cdc.gov.tw/DWWEB/CDCDWQW0250R.aspx?DISEASE=487a

21.行政院衛生署疾病管制局. 流感防治網. Available from: http://flu.cdc.gov.tw/lp.asp?ctNode=894&CtUnit=455&BaseDSD=7&mp=150

22.Manning, W. G., Fryback, D. G., & Weinstein, M. C. Uncertainty in cost effectiveness analysis. Cost-effectiveness in Health and Medicine, 1996； 247-275.

23.Charles P. Friedman Jeremy C. Wyatt, Evaluation Methods in Biomedical Informatics, P.65-67.

24.Jakob Nielsen ,1993, Usability Engineering, AP Professional.

25.WHO. Avian Influenza. [cited 2008 Sep. 30]; Available from: http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/en/.

26.Butler D. Drugs could head off a flu pandemic--but only if we respond fast enough. Nature. 2005;436(7051):614-5.

27.Chuang J-H, Hsu T-s, Kuo H-S, Liau C-J, Shen C-H, Tsai M-T, et al. An efficient implementation of flu simulation. 2008 (manuscript).

28.Longini IM, Jr., Nizam A, Xu S, Ungchusak K, Hanshaoworakul W, Cummings DA, et al. Containing pandemic influenza at the source. Science. 2005;309(5737):1083-7.

29.Butler D. Drugs could head off a flu pandemic--but only if we respond fast enough. Nature. 2005;436(7051):614-5.

30.疾病管制局. 台灣 H1N1 新型流感前 100 例住院重症調查報告. 台北市:

疾病管制局; 2009.

31.黃湘芸、李政益、劉宇倫、楊祥麟、羅秀雲、莊人祥：台灣 H1N1 新型流感國際監測機制. 疾病管制局疫情報導，第 25 卷，第 10 期，pp.652-666，2009。

32.簡郁珊、蘇家彬、蔡懷德、黃頌恩、莊人祥、郭旭崧、張上淳：台灣 H1N1 新型流感前 100 例住院重症調查報告. 疾病管制局疫情報導，第 25 卷，第 10 期，pp.652-666，2009。

33.Fraser C, Donnelly CA, Cauchmez S et al. Pandemic Potential of a Strain of Influenza A(H1N1) Early Findings. WHO Rapid Pandemic Assessment Collaboration Science.2009;(324) :1557-1561

附錄一

流感大流行模擬介面測試問項

1. 假設今年 6 月 19 日台灣進入 H1N1 流感流行期，且該病毒研判 R_0(基本再生數)為 1.6，預估流行期為 270 天，目前我們將此模擬命名為「台灣 H1N1 新型流感大流行預測」，並且希望模擬完畢後，能將該模擬結果以 Email 方式即時告知，做為防疫措施之參考，請你依據前述條件，利用本系統進行模擬?

2. 承接題 1，我們想了解「疫苗接種」防治策略是否能有效遏止流感大流行? 請將此模擬命名為「疫苗接種評估」，並輸入以下以之條件進行模擬。

   ■ 疫苗效用：
   a. 0 ~ 17 歲，第一劑，具 70%保護力
   b. 18 ~ 60 歲，第一劑，具 93%保護力
   c. 60 ~ 100 歲，第一劑，具 80%保護力

   ■ 疫苗接種順位：
   第1順位： 對象為 0 ~ 6 歲施打第 1 劑，疫苗儲備有 2300000 劑
   量，預估接種率 70%於明年 3/31 日施打完畢。
   第2順位： 對象為 7 ~ 12 歲施打第 1 劑，疫苗儲備有 2430000 劑量，預估接種率 90%於明年 1/31 日施打完畢。
   第3順位： 對象為 13 ~ 15 歲施打第 1 劑，疫苗儲備有 960000 劑量，預估接種率 90%於明年 1/31 日施打完畢。
   第4順位： 對象為 16 ~ 18 歲施打第 1 劑，疫苗儲備有 9600000 劑量，預估接種率 90%於明年 1/31 日施打完畢。
   第5順位： 對象為 19 ~ 24 歲施打第 1 劑，疫苗儲備有 1950000 劑量，預估接種率 70%於明年 2/28 日施打完畢。
   第6順位： 對象為 25 ~ 100 歲施打第 1 劑，疫苗儲備有 9900000 劑量，預估接種率 70%於明年 3/31 日施打完畢。

3. 承接題 1，我們想了解「抗病毒藥物預防性投藥」防治策略是否能有效遏止流感大流行? 請將此模擬命名為「抗病毒藥物預防性投藥評估」，並輸入以下以之條件進行模擬。

   ■ 預估儲備目標為 300 萬人份的抗病毒藥物，從 9/1 起至 11/1 按月陸續釋出 100 萬人份，做為預防性投藥措施，且該藥物具有 80%之治癒率，估計將有 70%的患者使用。

4. 承接題1，我們想了解「實施衛教宣導」防治策略是否能有效遏止流感大流行? 請將此模擬命名為「衛教宣導防治措施評估」，並輸入以下以之條件進行模擬。 ■ 實施戴口罩之衛教宣導防止流感疫情擴散，假設一般口罩約有 70% 保護力，估計全國有 4 成民眾配合戴口罩。
5. 承接題1、2、3，我們想了解「預防性投藥措施結合疫苗預防接種」防治策略是否能有效遏止流感大流行，請利用系統進行模擬? 請將此模擬命名為「預防性投藥措施結合疫苗預防接種評估」
6. 承接題1、2、4，我們想了解「疫苗預防接種結合衛教宣導的實施」防治策略是否能有效遏止流感大流行，請利用系統進行模擬? 請將此模擬命名為「疫苗預防接種結合衛教宣導的實施評估」
7. 承接題1、3、4，我們想了解「預防性投藥措施結合衛教宣導的實施」防治策略是否能有效遏止流感大流行，請利用系統進行模擬? 請將此模擬命名為「預防性投藥措施結合衛教宣導的實施評估」

附錄二

受測者姓名：_____

請您對於使用流感大流行模擬操作介面之友善程度，就以下問項勾選同意程度	
	非常不同意 / 不同意 / 普通 / 同意 / 極同意
您覺得第一次使用本系統介面，就可以輕鬆學會使用系統介面上的功能	□ □ □ □ □
假設，再經過一段時間之後 例如　個月後 ，再重新用此系統來操作測試問項題目，您已經能熟練操作	□ □ □ □ □
本系統是否可以讓您覺得在短時間內，就可以完成系統測試問項	□ □ □ □ □
使用本系統進行系統測試問項時，您覺的在操作上，使用者容易操作錯誤，或者系統會出現一些錯誤，請表達您的意見	□ □ □ □ □
整體上，您對本系統使用上的操作容易度感覺是滿意的	□ □ □ □ □

您對於使用流感大流行模擬操作介面是否給予其他意見?

_____